

УДК 629.78

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ АНИЗОТРОПИИ ОБШИВОЧНЫХ ЛИСТОВ НА РАЗНОТОЛЩИННОСТЬ ПРИ ОБТЯЖКЕ

Петров И. Н., Сурудин С. В., Ерисов Я. А.

Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С. П. Королёва, г. Самара

Освоение новых процессов формообразования обтяжкой высокотехнологичных обшивок летательных аппаратов из алюминиевых сплавов требует надежных знаний о их механических свойствах, а также их анизотропии. Кроме того, необходимы сведения о влиянии реологических свойств деформируемых материалов на напряженно-деформированное состояние очага деформации, определяющее характер развития деформации в этих процессах и формирующее качество готового изделия. Имеются работы последних лет, посвященные решению частных технологических задач по совершенствованию процессов формообразования обтяжкой, в которых вопрос о влиянии анизотропии механических свойств затрагивается слабо, либо не затрагивается совсем [1-4].

Однако, разнотолщинность готовой обшивки после обтяжки в основном является следствием не кинематических параметров формообразования, а неконтролируемых факторов, таких как, неодинаковое внешнее трение, неодинаковое реологическое поведение деформируемого материала, задаваемое анизотропией свойств листовых полуфабрикатов.

В связи с этим для изучения влияния анизотропии свойств на параметр разнотолщинности в данной работе проведено компьютерное моделирование процесса обтяжки в программном комплексе RAM-STAMP 2G.

Моделируемая схема обтяжки осуществляется в следующей последовательности. Заготовка предварительно растягивается и обертывается вокруг обтяжного пуансона, а затем подвергается дополнительному растяжению с целью вывода всех ее элементов за предел текучести.

Для исследования влияния анизотропии свойств на разнотолщинность применялось центральное композиционное планирование, которое включает полный и дробный факторный эксперименты и некоторое число дополнительных опытов, зависящее от числа факторов. В качестве переменных факторов модели использовались механические свойства материала: предел прочности σ_B , предел текучести $\sigma_{0,2}$, равномерное относительное удлинение δ_p , коэффициенты поперечной деформации μ_{ij} . В качестве отклика использовалось значение разнотолщинности, которое оценивалось показателем среднего квадратичного отклонения.

Анализируя полученные зависимости можно отметить, что механические свойства влияют на значение разнотолщинности не значительно, в отличие от показателей анизотропии (рис. 1). Уменьшение разнотолщинности будет наблюдаться при обтяжке листов, показатель анизотропии которых вдоль направления обтяжки больше 0,5. При низком значении этого показателя разнотолщинность увеличивается, даже в случае высоких значений относительного удлинения. Это связано с тем, что чем ниже μ_{ij} тем материал более интенсивно деформируется по толщине. При этом наименьшая разнотолщинность будет в том случае, если деформирующее усилие приложено вдоль направления максимального показателя анизотропии, а показатель анизотропии в поперечном направлении обтяжки - наименьший.

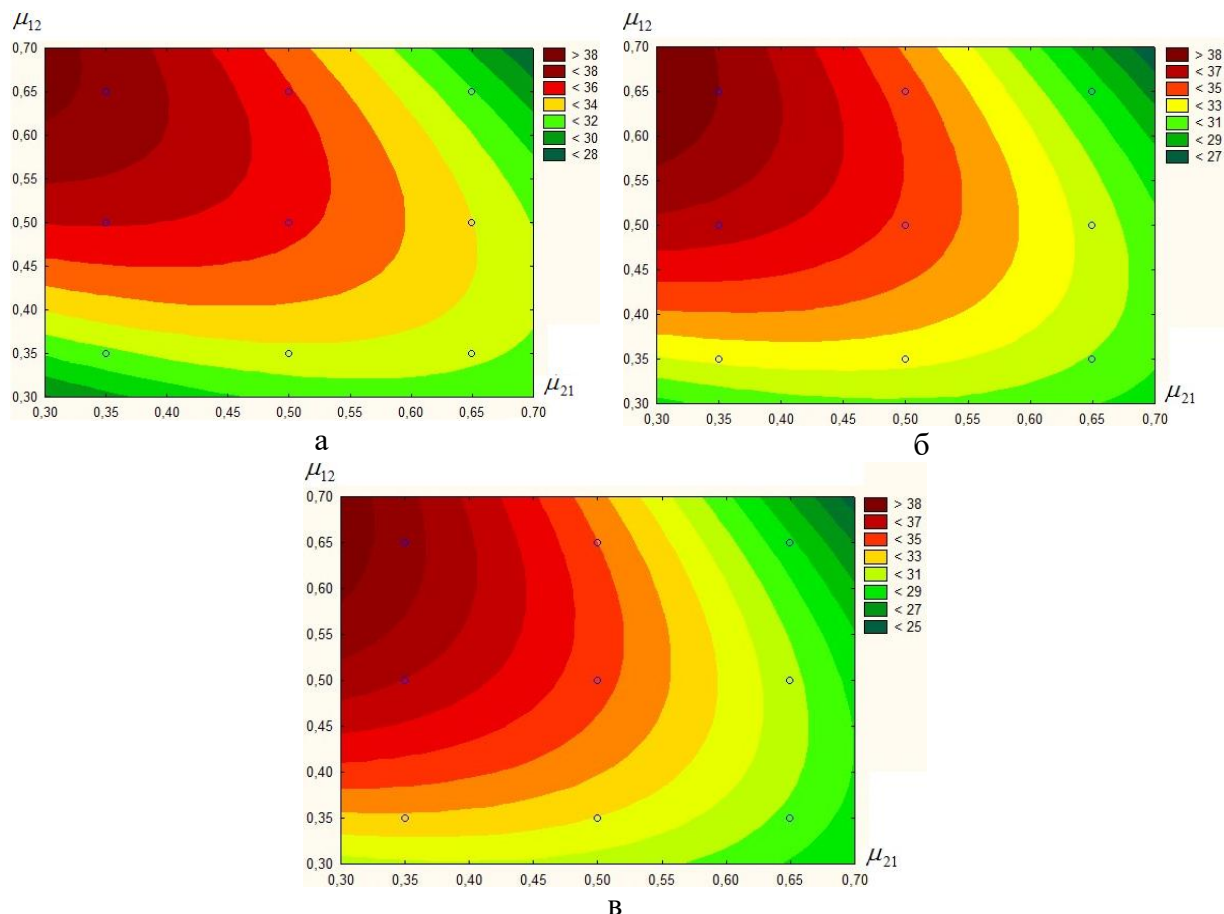


Рис. 1. Этюры распределения разнотолщинности в зависимости от уровня показателей анизотропии при постоянных механических свойствах ($\sigma_B = 417,5$ МПа, $\sigma_{0,2} = 302,5$ МПа, $\delta_p = 16\%$): а - $\mu_{21} = 0,35$; б - $\mu_1 = 0,5$; в - $\mu_{12} = 0,65$

Используя известные методы [5] поиска глобального минимума, была определена оптимальная анизотропия механических свойств, обеспечивающая минимальную разнотолщинность $\Delta = 19,62$ мкм для данной схемы обтяжки обшивок из алюминий-литиевого сплава 1441: $\sigma_B = 430$ МПа, $\sigma_{0,2} = 280$ МПа, $\delta_p = 14\%$, $\mu_{21} = \mu_1 = 0,65$, $\mu_{12} = 0,35$.

Библиографический список

1. Seo, Y.-H. Study on relationship between design parameters and formability in flexible stretch forming process / Y.-H. Seo, B.-S. Kang, J. Kim. // International Journal of Precision Engineering and Manufacturing. – 2012 – 13(10). – pp. 1797–1804.
2. Liu, W. Numerical simulation of multi-point stretch forming and controlling on accuracy of formed workpiece / Y.-Y. Yang, M.-Z. Li // International Journal of Advanced Manufacturing Technology. – 2010. – 50 (1–4). – pp. 61–66.
3. He, J. Sheet metal forming limits under stretch-bending with anisotropic hardening / Z. C. Xia, X. Zhu, D. Zeng, S. Li // International Journal of Mechanical Sciences. – 2013. – №75. – pp. 244–256.
4. Малащенко, А. Ю. Конечно-элементное моделирование процесса изготовления гибридных листовых деталей [Текст] / А. Ю. Малащенко // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2013. – №4. – С. 40–43.
5. Самарский, А. А., Гулин, А. В. Численные методы. М.: Наука, 1989. - 432 с.